

**БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И. КАНТА**

**РАЗДЕЛ II**

**МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ.  
МОДУЛЯЦИЯ, ДЕТЕКТИРОВАНИЕ И ДЕМОДУЛЯЦИЯ СИГНАЛОВ**

**к.т.н. Олег Романович Кивчун**

**Калининград  
2013**

# ЛЕКЦИЯ № 19

## ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЯЦИИ СИГНАЛОВ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА

1. Характеристики прямой модуляции.
2. Характеристики обратной модуляции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная:

1. Теория электрической связи: Учеб. Для вузов / А.Г. Зюко, Д. Д. Кловский, В.И. Коржик, М. В. Назаров; Под ред. Д. Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 1998. – 433 с.

#### Дополнительная:

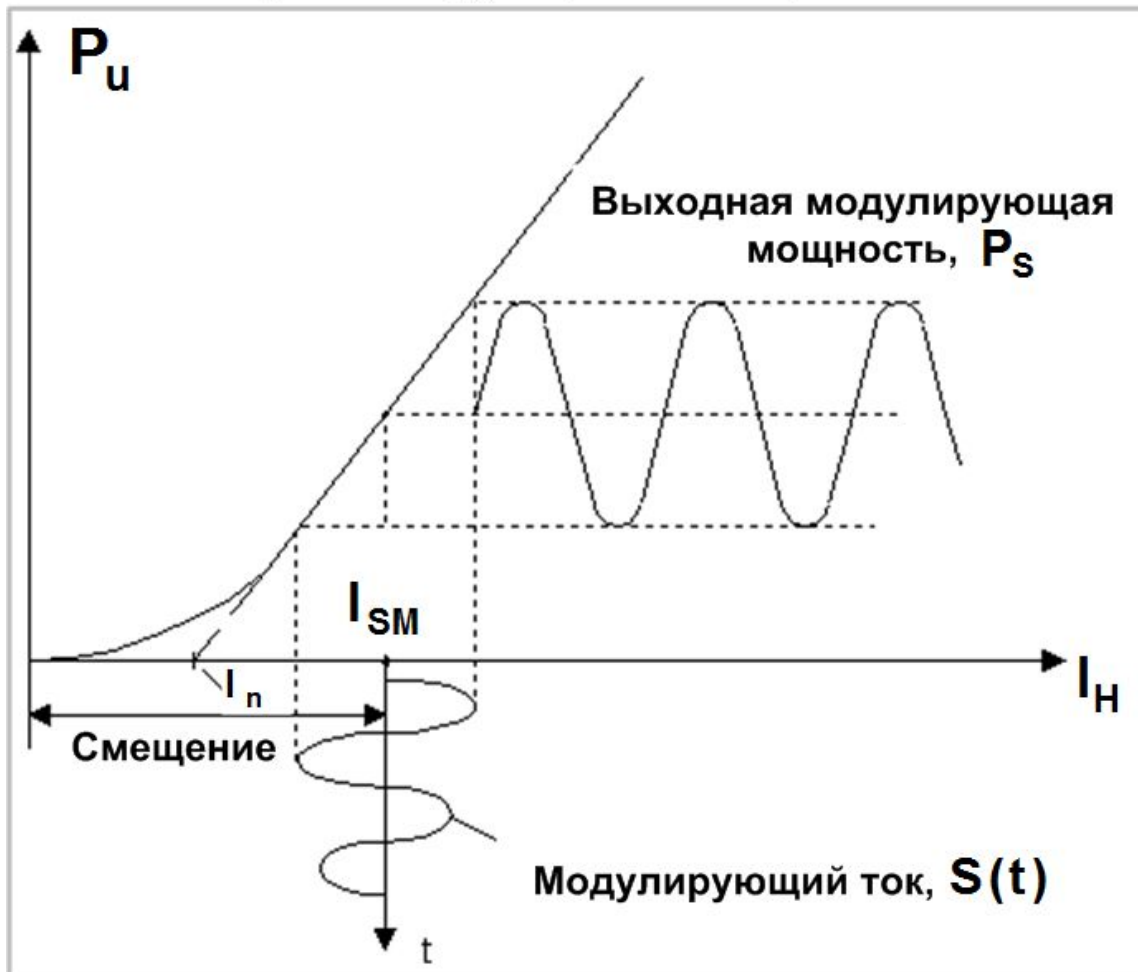
1. Прокис Дж. Цифровая связь: Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.
2. Бернارد Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.
3. Сухоруков А.С. Теория электрической связи: Конспект лекций. Часть 1. – М.: МТУСИ, ЦЕНТР ДО, 2002. – 65 с.

# **1. Характеристики прямой модуляции**

# ПРЯМАЯ МОДУЛЯЦИЯ СО СМЕЩЕНИЕМ

Для реализации прямой модуляции интенсивности (мощности) необходимо подать постоянное смещение, которое позволяет получить линейный процесс.

Прямая модуляция со смещением



Мощность модуляции

$$P_S(t) = P_0 \cdot [1 + M \cdot S(t)];$$

$P_0$  – постоянная или максимальная мощность излучения в зависимости от выбора величины тока смещения;

$M$  – параметр глубины модуляции, который определяется следующим соотношением:

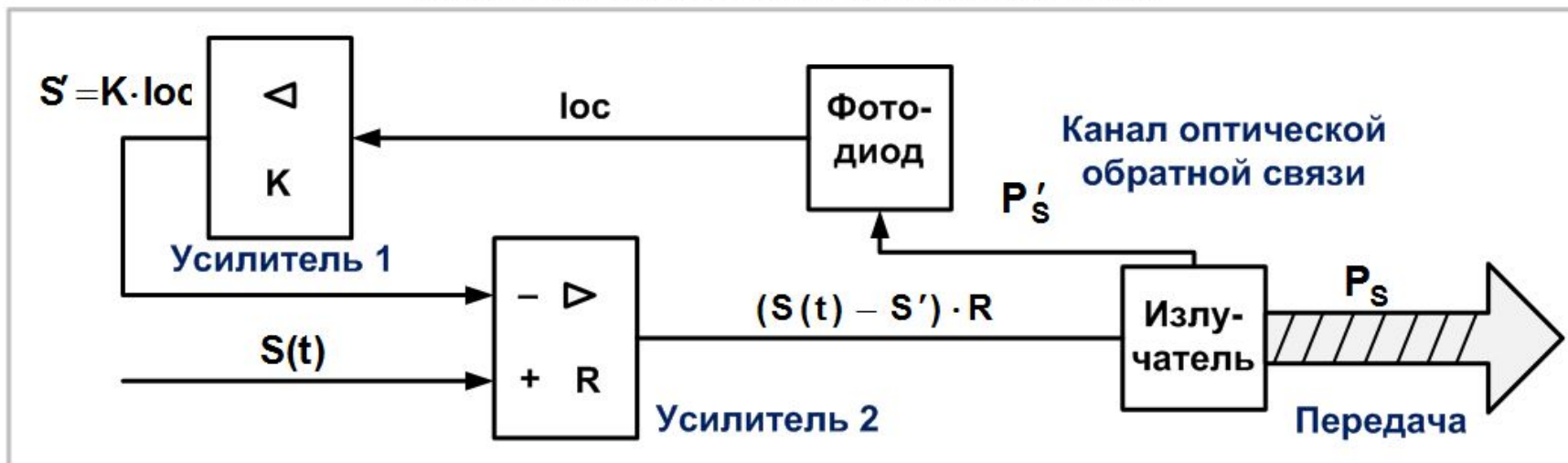
$$M = \frac{P_p - P_{min}}{P_p};$$

$P_p$  – пиковая мощность;

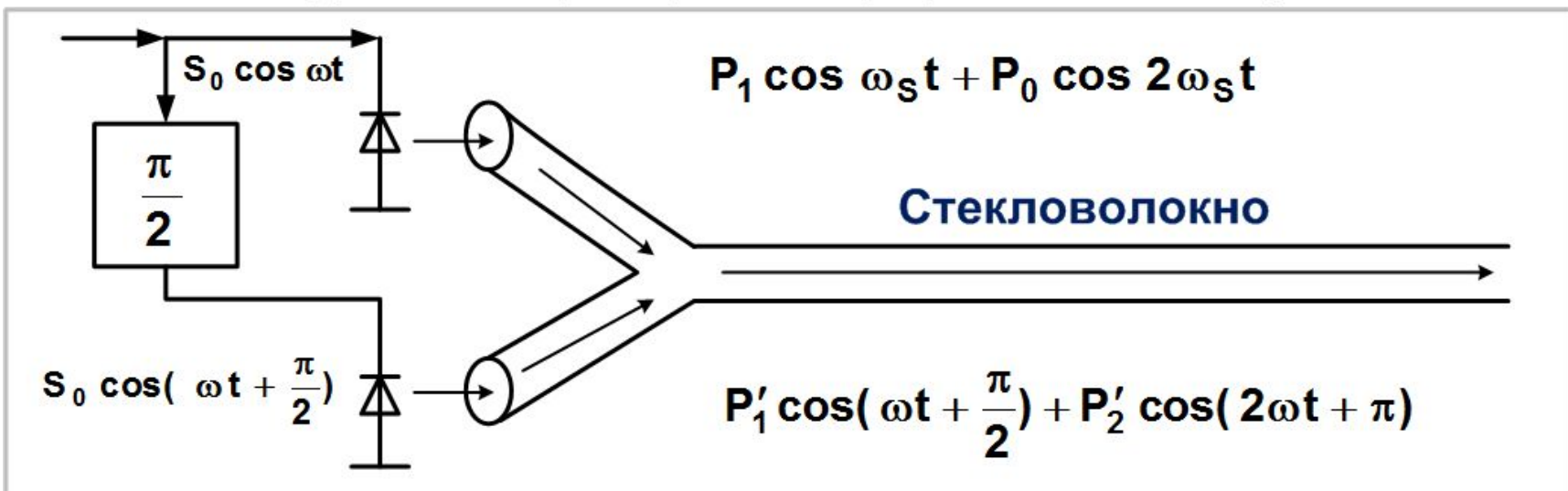
$P_{min}$  – минимальная мощность.

# МОДУЛЯТОР С КОМПЕНСАЦИЕЙ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ

Спектральная характеристика излучения

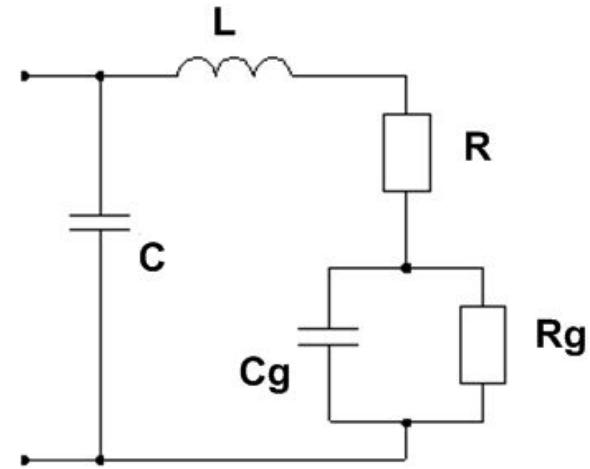
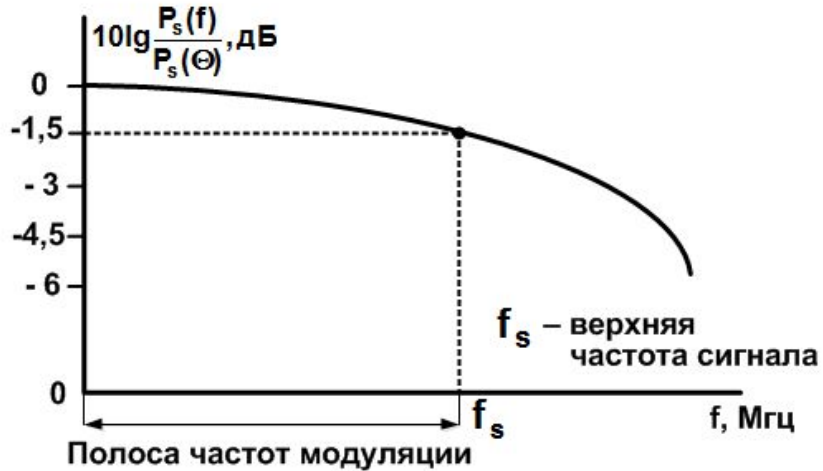


Подавление второй гармоники при фазовой компенсации

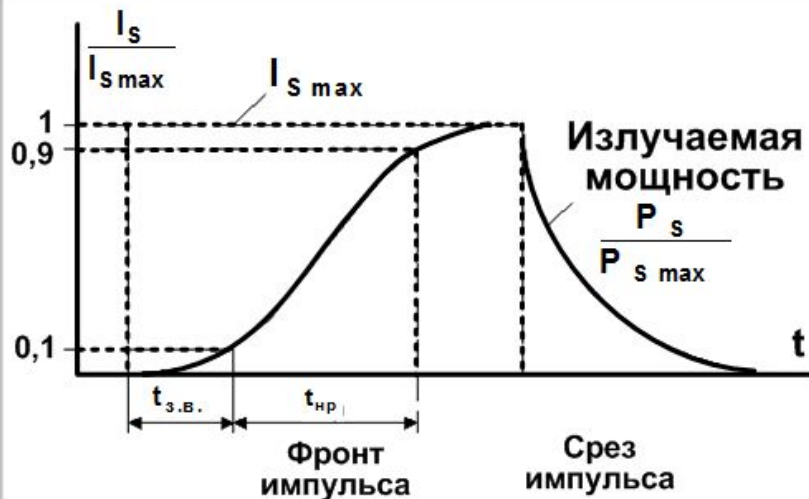


# МОДУЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИД

Частотная характеристика модуляции СИД    Эквивалентная схема модулятора с СИД



Характеристика быстродействия СИД



Аналитический аппарат

Частотная характеристика СИД

$$P_s(f) = \frac{P_s(0)}{\sqrt{1 + (2\pi\tau_s f)^2}}$$

Изменение мощности

$$10\lg \frac{P_s(f)}{P_s(0)} = 10\lg \frac{1}{\sqrt{2}} = 1,5.$$

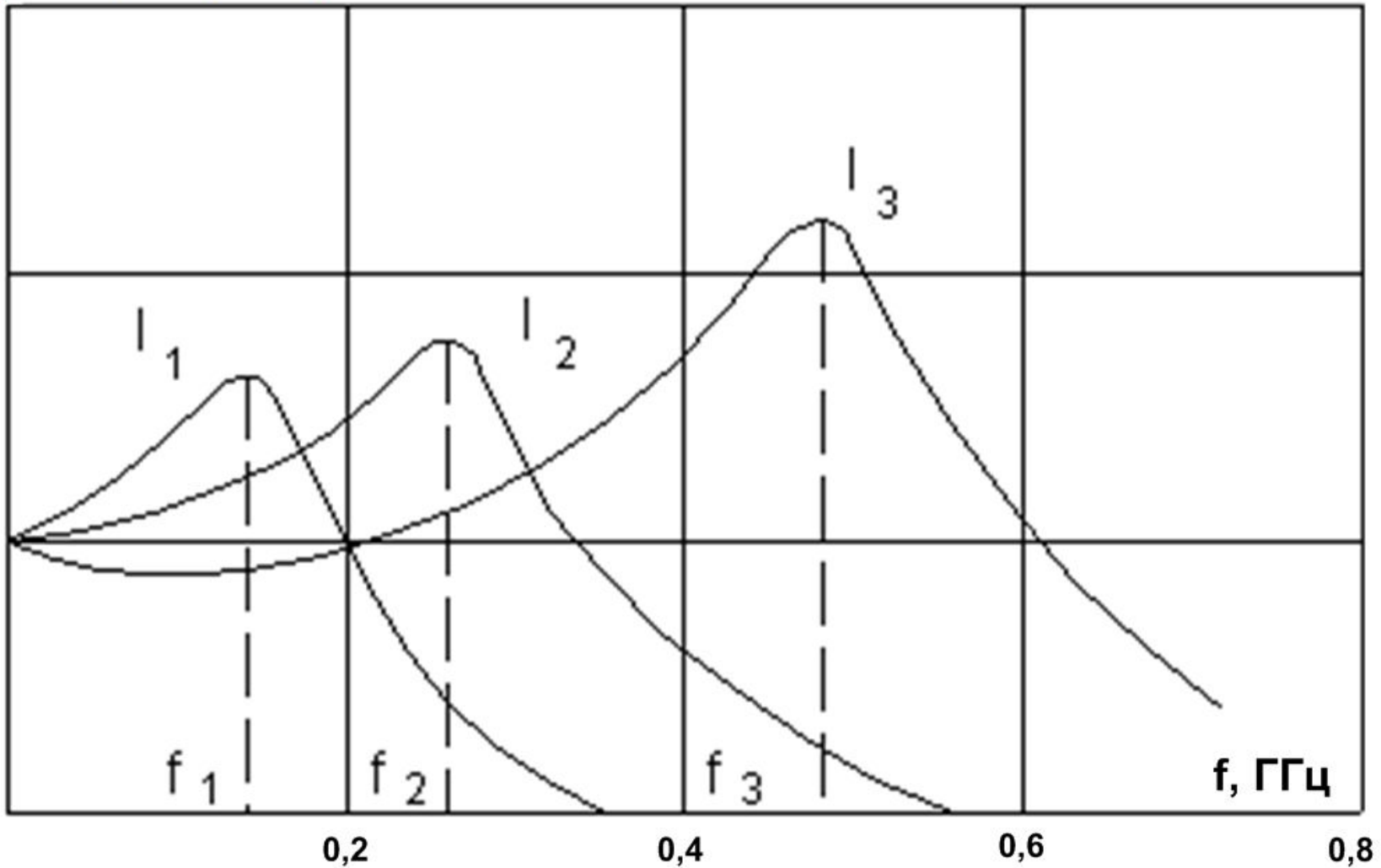
Полоса частот модуляции СИД

$$\left[ \frac{P_s(f)}{P_s(0)} \right]^2 = \frac{1}{2}.$$

Задержка включения

$$t_{з.в.} = \frac{2C_D \cdot U_D}{I_s}$$

# ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЯЦИИ ППЛ

 $\frac{P_s}{P_0}$  $I_1 < I_2 < I_3$  – токи смещения в лазерном модуляторе

## **2. Характеристики обратной модуляции**



# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

ВНЕШНЯЯ МОДУЛЯЦИЯ оптического излучения позволяет практически полностью исключить чирпинг-эффект, снизить шумы модуляции, сформировать требуемую форму оптических импульсов и даже подавить полностью или частично оптическую несущую частоту, понизив тем самым совокупную мощность когерентного сигнала в стекловолокне, что, естественно, снижает вероятность нелинейных искажений в многоволновых системах передачи.

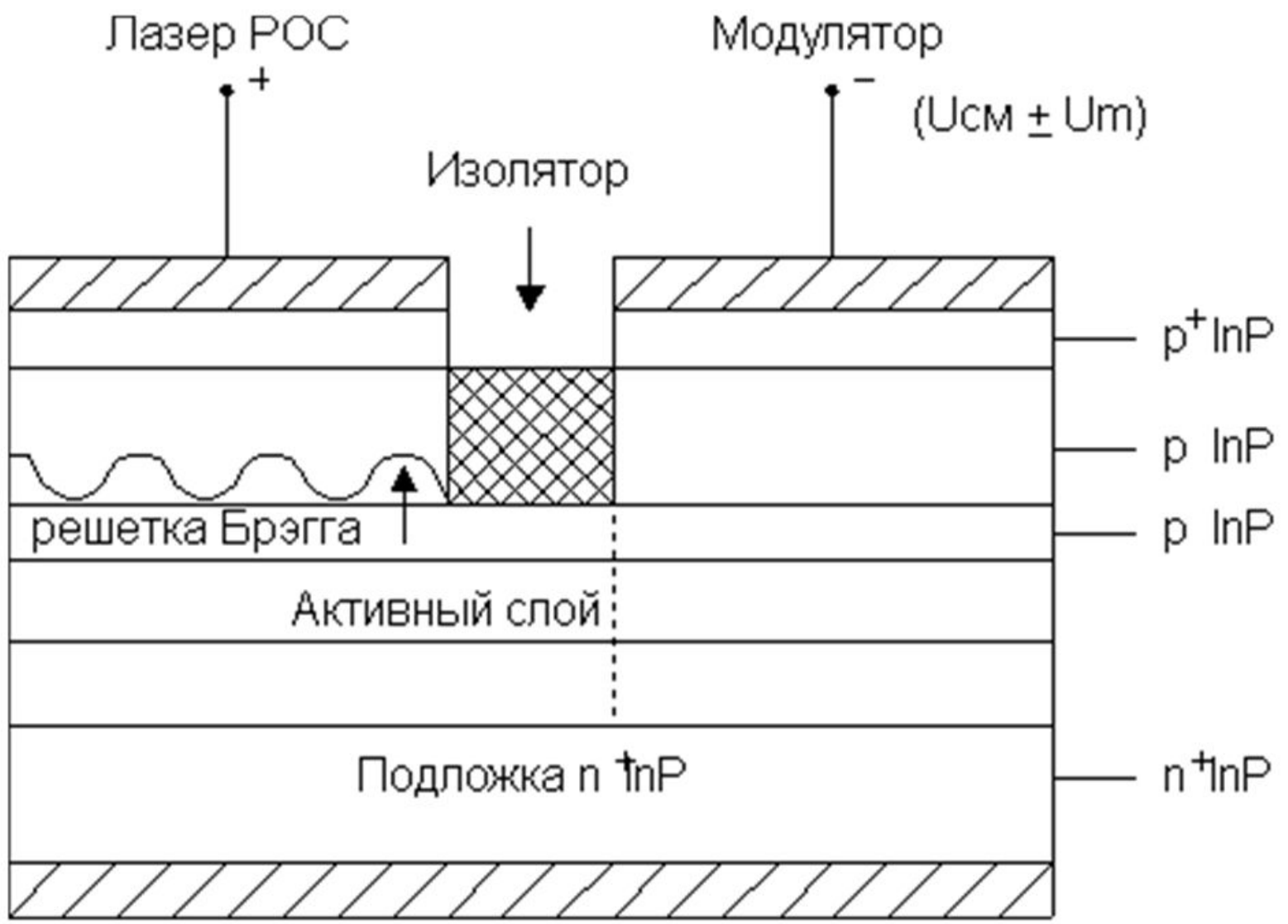
Среди эффектов внешней модуляции оптических волн наибольшее применение в технике оптической связи получили ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЙ И ЭЛЕКТРОАБСОРБИЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ, который часто причисляется к электрооптическому, а также АКУСТООПТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ.

Внешняя модуляция имеет различные импульсные форматы:

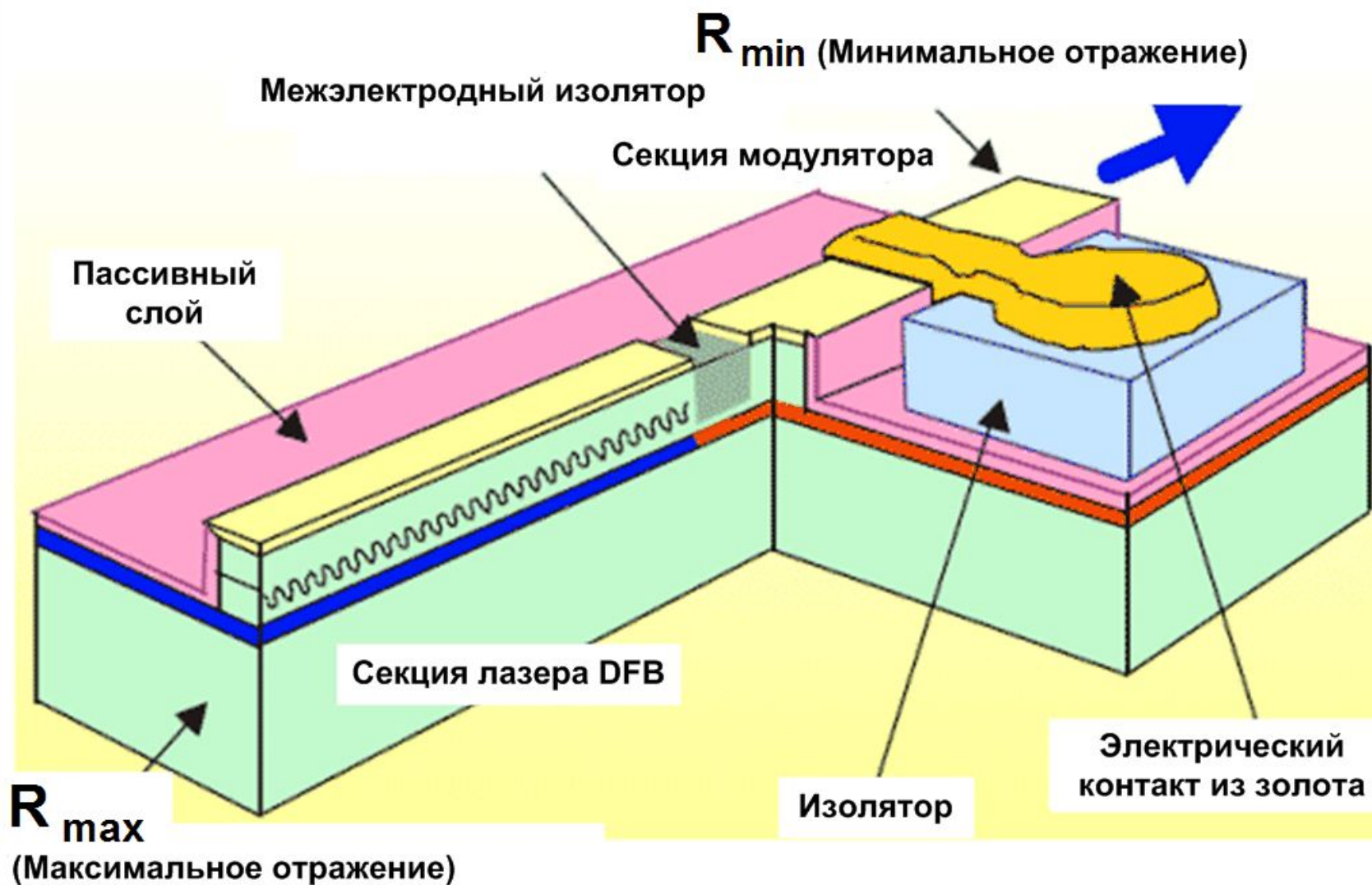
- NRZ, non return to zero – без возврата к нулю на тактовом интервале;
- RZ, return to zero – возврат к нулю на тактовом интервале.

В ЭЛЕКТРОАБСОРБИЦИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРАХ используется эффект Франца – Келдыша. При подаче сильного электрического поля граница полосы собственного поглощения в полупроводниках смещается в длинноволновую область оптических излучений. Наличие резкой границы полосы поглощения у прямозонных материалов при приложении электрического поля может привести к сильному изменению поглощения вблизи границы полосы.

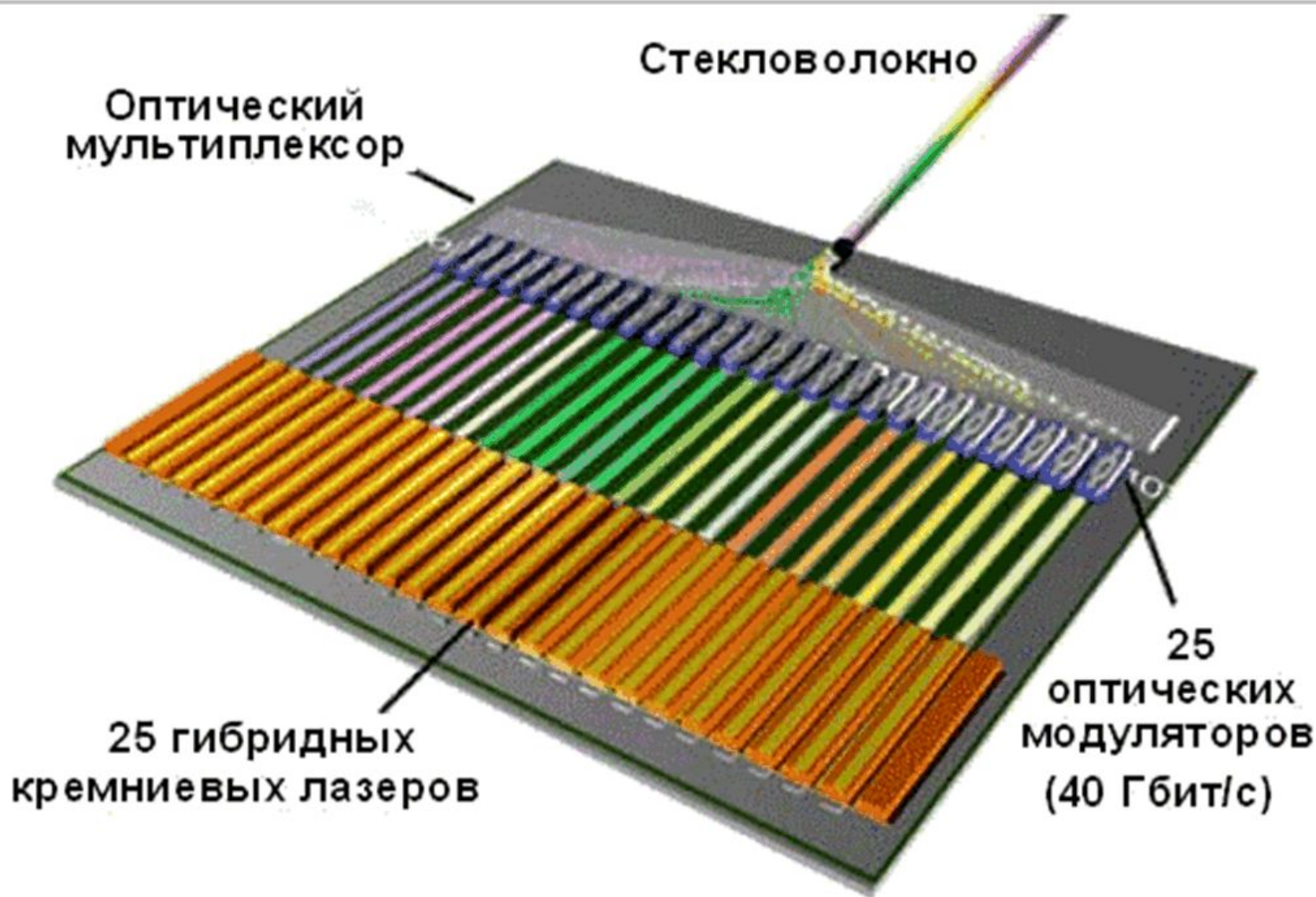
# СТРУКТУРА ЛАЗЕРА РОС И ЭАБОМ



# КОНСТРУКЦИЯ ОПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ПЕРЕДАЧИ



# ГИБРИДНЫЙ МОДУЛЬ ПЕРЕДАЧИ 25 КАНАЛОВ WDM



**Таким образом, в результате изучения лекции № 19 удалось сделать следующие выводы:**

- для реализации прямой модуляции интенсивности (мощности) необходимо подать постоянное смещение, которое позволяет получить линейный процесс;**
- изменение мощности излучения может происходить импульсно или по закону сигнала с непрерывным во времени изменением;**
- внешняя модуляция происходит в ряде материалов, пропускающих оптические волны, где существует возможность изменения параметров волновых процессов;**
- изменение достигается внешними по отношению к материалу воздействиями: изменением напряженности электрического или магнитного поля, механическим или акустическим сжатием и т.д.**

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прокис Дж. Цифровая связь: Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.
2. Бернارد Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.
3. Сухоруков А.С. Теория электрической связи: Конспект лекций. Часть 1. – М.: МТУСИ, ЦЕНТР ДО, 2002. – 65 с.
4. Сухоруков А.С. Теория цифровой связи: Учебное пособие. Часть 2. – М.: МТУСИ, 2008. – 53 с.
5. Аджемов А.С. Мир информационной реальности. – М.: ИРИАС, 2006. – 296 с.
6. Каганов В.И., Битюков В.К. Основы радиоэлектроники и связи: Учеб. пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 542 с.
7. Стеценко О.А. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник. – М.: Высш. шк., 2007. – 432 с.
8. Санников В.Г. Сборник задач по курсу «Теория электрической связи»: Учеб. пособие. Часть 1. – М.: МТУСИ, 1992. – 62 с.
9. Санников В.Г. Сборник задач по курсу «Теория электрической связи»: Учеб. пособие. Часть 2. – М.: МТУСИ, 2001. – 65 с.
10. Санников В.Г. Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция: Учеб. пособие. – М.: МТУСИ, 2006. – 56 с.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**